

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 10 月 30 日 (30.10.2003)

PCT

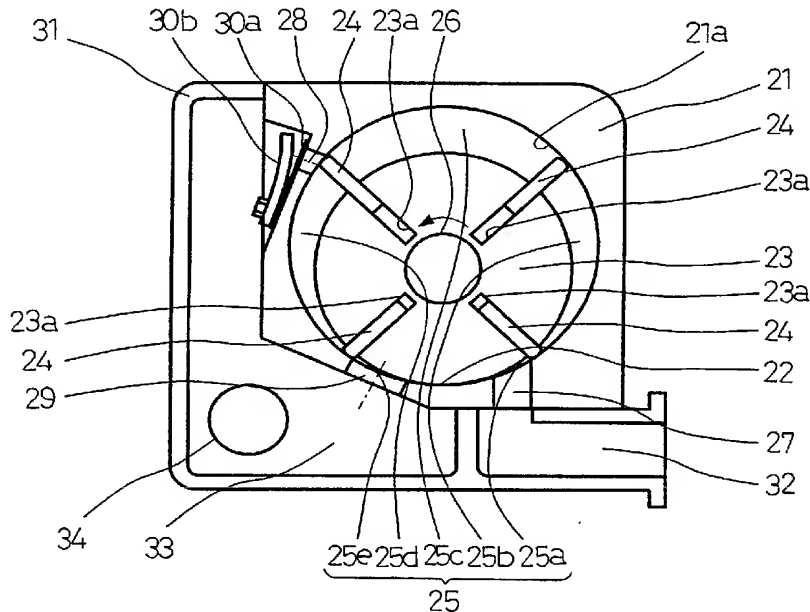
(10) 国際公開番号
WO 03/089766 A1

- (51) 国際特許分類: F01C 1/344, 21/12 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/04928
- (22) 国際出願日: 2003 年 4 月 17 日 (17.04.2003) (72) 発明者; および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長谷川 寛 (HASEGAWA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒560-0003 大阪府 豊中市 東豊中町 3-23-A 2 0 4 Osaka (JP). 西脇 文俊 (NISHIWAKI, Fumitoshi) [JP/JP]; 〒662-0872 兵庫県 西宮市 高座町 1 2 番 1 8-6 0 9 Hyogo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2002-117520 2002 年 4 月 19 日 (19.04.2002) JP (74) 代理人: 石原 勝 (ISHIHARA, Masaru); 〒530-0047 大阪府 大阪市北区 西天満 3 丁目 1 番 6 号 辰野西天満ビル 5 階 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: VANE ROTARY EXPANSION ENGINE

(54) 発明の名称: ベーンロータリ膨張機



(57) Abstract: A highly efficient vane rotary expansion engine capable of preventing an incomplete expansion loss and an overexpansion loss by making variable a volume ratio, comprising a plurality of delivery holes (28, 29, 48, 49, 50) provided in cylinder inner walls (21a, 41a) in circumferential direction and valve mechanisms (30a, 30b, 51a, 51b, 52a, 52b), wherein the delivery holes (28, 48) allowed to communicate with working chambers (25, 45) at the initial stage of a delivery process are provided in cylinders (21, 41) at positions apart $\{180 \times (1 + 1/n)\}^\circ$ from small clearances (22, 42) between the cylinders (21, 41) and rotors (23, 43) in the rotating direction of a shaft.

(57) 要約: シリンダ内壁 (21a、41a) の周方向に複数の吐出孔 (28、29、48、49、50) を設け、そのうち作動室 (25、45) が吐出過程の初期の段階で連通

[続葉有]



WO 03/089766 A1



(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

する吐出孔（28、48）を、シリンダ（21、41）とロータ（23、43）の小隙間（22、42）からシャフトの回転方向に $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度の位置に設け、かつ、バルブ機構（30a, 30b, 51a, 51b, 52a, 52b）を備えることにより、容積比を可変として不完全膨張損失や過膨張損失を防止し、高効率なペーンロータリ膨張機を提供する。

明 細 書

ベーンロータリ膨張機

5 技術分野

本発明は、高圧の圧縮性流体によって作動して回転動力を発生する原動機としての膨張機に関するものである。

背景技術

10 ベーンロータリ膨張機は容積型流体機械の一種であり、その基本構成は、例えば特開昭57-210101号公報に記載されている。

ベーンロータリ膨張機の構成を説明する。図4は従来のベーンロータリ膨張機の横断面図である。1は筒状の内壁1aを有するシリンダであり、その両端には側板（図示せず）が設けられている。シリンダ1の内
15 部には、外周の一部がシリンダ1の内壁1aと小隙間2を形成する円柱形状のロータ3が配設されている。ロータ3には90度のピッチで上下端面に垂直な溝3aが設けられている。溝3aにはベーン4が、その一端側を摺動自在に挿入されており、ベーン4の他端はシリンダ1の内壁1aと接している。作動室5は、シリンダ1の内壁1a、ロータ3およびベーン4に囲まれた空間5a、5b、5c、5d、5eに形成される。
20 シャフト6はロータ3と一体的に形成され、回転自在に軸支持されている。シリンダ1には作動室5に作動流体を流入させる吸入孔7と、作動室5から作動流体を流出させる吐出孔8が設けられている。なお、吐出孔8にはシリンダ1の内壁1aに対してある周方向の範囲で開口させるべく、開口部8aが設けられている。開口部8aを設ける範囲は、ベ
25 ーン4の枚数をnとすると、小隙間2からシャフト6の矢印で示す回転方向に $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度の位置に始まり、小隙間2の近傍に終

る範囲である。なお、図 4 における開口部 8 a の開始位置は、ペーン 4 が 4 枚なので、22.5 度である。シリンダ 1 の側方にはカバー 9 が備えられており、カバー 9 の内部には吸入孔 7 に作動流体を導く吸入経路 10 と、吐出孔 8 から流出した作動流体を一旦蓄える吐出室 11 と、吐出室 11 から作動流体を外部へ流出させる吐出経路 12 が形成されている。

次に、ペーンロータリ膨張機の動作を、作動室 5 に着目して説明する。作動室 5 は小隙間 2 の吸入孔 7 側の空間 5 a で生成する。その後、ロータ 3 の回転に伴い容積を増加しつつ、吸入孔 7 から高圧側の圧力 P_s の作動流体を吸入する過程、すなわち、吸入過程を行う。作動室 5 が空間 10 5 b の位置に達すると、吸入孔 7 との連通が断たれて密閉空間となる。その後、ロータ 3 の回転に伴い容積は増加し、内部の作動流体の圧力が低下してゆく過程、すなわち、膨張過程を行う。作動室 5 は空間 5 c の位置で容積が最大となり、その直後、吐出孔 8 の開口部 8 a と連通する。その後、ロータ 3 の回転に伴い容積を減少させつつ、吐出孔 8 から吐出 15 室 11 へ作動流体を吐出する過程、すなわち、吐出過程を行う。

ペーンロータリ膨張機は、膨張過程において作動流体が膨張減圧してゆく際に、隣り合う作動室 5 の圧力差によりペーン 4 に働く力を利用してロータ 3 を回転させ、ロータ 3 と一体に形成されたシャフト 6 の回転動力を得るものである。

20 以上の構成を有する従来のペーンロータリ膨張機においては、吸入容積は吸入過程終了直後の作動室 5 である空間 5 b の容積 V_b であり、吐出容積は吐出過程開始直前の作動室 5 である空間 5 c の容積 V_c である。 V_b 、 V_c は膨張機に固有であるため、容積比 (V_b / V_c) は一定となる。作動流体の断熱指数を κ 、吐出過程開始直前の作動室 5 である空間 25 5 c の圧力を P_c とし、吸入過程終了直後の作動室 5 である空間 5 b の圧力は吸入圧力 P_s であることを考慮すると、式 (1) の関係が成り立つ。

$$P_c = P_s \times \left(\frac{V_b}{V_c} \right)^{\kappa} \quad (1)$$

5 上式より、吐出過程開始直前の圧力 P_c は、膨張機入口の圧力である吸入圧力 P_s と容積比 (V_b/V_c) により決まる。しかし、膨張機出口の低圧側の圧力 P_d は膨張機の組込まれたシステムにより決まるため、一定とは限らない。従って、完全膨張 ($P_c = P_d$) 以外に、不完全膨張 ($P_c > P_d$)、あるいは、過膨張 ($P_c < P_d$) が起こると想定される。図 5 A ~ 5 B に作動室 5 の P V 線図を示す。図 5 A は不完全膨張 ($P_c > P_d$) の場合を示し、図 5 B は過膨張 ($P_c < P_d$) の場合を示す。

不完全膨張 ($P_c > P_d$) の場合を図 5 A を用いて説明する。吸入過程は A B であり、作動室 5 は、吸入圧力 P_s で容積を V_b まで増加しながら、吸入孔 7 より作動流体を吸入する。膨張過程は B C であり、作動室 5 内部の作動流体は圧力 P_c 、容積 V_c まで断熱膨張する。C では作動室 5 は図 4 の空間 5 c に位置しており、そこからロータ 3 が僅かに回転すると、作動室 5 は吐出孔 8 の開口部 8 a と連通する。このとき、作動室 5 の圧力 P_c は、不完全膨張のため吐出室 11 の圧力 P_d よりも高くなっており、作動流体は吐出孔 8 から吐出室 11 へと流出する。従って、作動室 5 は容積が V_c で一定のまま、圧力が P_c から P_d へと低下する。これは図 5 A の C F に相当する。吐出過程は F G であり、作動室 5 は、吐出圧力 P_d で容積を減らす。以上の過程で膨張機が得た動力は A B C F G の面積に相当する。一方、完全膨張 ($P_c = P_d$) が行われた場合に得られる動力は A B E G の面積に相当する。従って、膨張機では C E F の面積に相当する不完全膨張損失が発生したことになる。

次に、過膨張 ($P_c < P_d$) の場合を図 5 B を用いて説明する。吸入過程は A B であり、作動室 5 は、吸入圧力 P_s で容積を V_b まで増加し

ながら、吸入孔 7 より作動流体を吸入する。膨張過程は B C であり、作動室 5 内部の作動流体は圧力 P_c 、容積 V_c まで断熱膨張する。C では作動室 5 が図 4 の 5 c に位置しており、そこからロータ 3 が僅かに回転すると、作動室 5 は吐出孔 8 の開口部 8 a と連通する。このとき、過膨張のため作動室 5 の圧力 P_c は吐入室 1 1 の圧力 P_d よりも低くなっており、吐入室 1 1 の作動流体が吐出孔 8 から作動室 5 へと逆流する。従って、作動室 5 は容積が V_c で一定のまま、圧力が P_c から P_d へと増加する。これは図 5 B の C H に相当する。吐出過程は H J であり、作動室 5 は、吐出圧力 P_d で容積を減らす。吸入、膨張過程で膨張機が得た動力は A B C D の面積に相当するが、過膨張による逆流により吐出過程に J H C D の面積に相当する動力を要するため、全過程で得られる動力はこれらの差である。一方、完全膨張 ($P_c = P_d$) が行われた場合に得られる動力は A B I J の面積に相当する。従って、膨張機では I H C の面積に相当する過膨張損失が発生したことになる。

15 以上のように、従来のペーンロータリ膨張機においては、容積比 (V_c / V_b) が一定であるために不完全膨張損失や過膨張損失が発生し、完全膨張の場合に作動流体から得ることができる動力よりも少ない動力しか得ることができないという課題があった。

そこで本発明は、上記従来の課題を解決するもので、シリンダ内壁の周方向に複数の吐出孔を設け、容積比を可変として動力損失を無くすことにより、高効率なペーンロータリ膨張機を提供することを目的とする。

発明の開示

上記の課題を解決するために、本発明のペーンロータリ膨張機は、少なくとも、高圧の作動流体を膨張させる複数の作動室と、前記作動室内における作動流体の膨張により回転動力を得るシャフトとを有する膨張機において、吐出過程を行う作動室に最初に連通する吐出孔と同作動室

に後続して連通する吐出孔からなる複数の吐出孔を設け、少なくとも、前記最初に連通する吐出孔に、作動流体の逆流を阻止するバルブ機構を設けることを特徴とする。

また、本発明のペーンロータリ膨張機は、筒状内壁を有するシリンダと、その両端を閉塞する側板と、前記シリンダの内部に配設され、外周の一部が前記シリンダ内壁と小隙間を形成するロータと、前記ロータに設けられたペーン溝内に一端が摺動自在に挿入され、他端が前記シリンダ内壁と摺動し、前記シリンダと前記ロータの間に複数の作動室を形成するペーンと、前記ロータと一体的に形成され回転自在に軸支持されるシャフトから構成され、高圧の作動流体を前記作動室内で膨張させることにより、前記シャフトの回転動力を得るペーンロータリ膨張機において、前記シリンダの周方向に、吐出過程を行う作動室に最初に連通する吐出孔と同作動室に後続して連通する吐出孔からなる複数の吐出孔を設け、少なくとも、前記最初に連通する吐出孔に、作動流体の逆流を阻止するバルブ機構を設けることを特徴とする。

また、本発明のペーンロータリ膨張機は、前記ペーンが n 枚のとき、前記最初に連通する吐出孔は、前記小隙間から前記シャフトの回転方向に略 $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度の位置の前記シリンダに設けるとともに、前記後続して連通する吐出孔は、前記小隙間から前記シャフトの回転方向に略 $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度から 360 度の間の前記シリンダに設けることを特徴とする。

また、本発明のペーンロータリ膨張機は、前記最初に連通する吐出孔と前記後続して連通する吐出孔の間ならびに／もしくは前記後続して連通する吐出孔同士に挟まれた前記シリンダの前記シャフトの周りの中心角が、 $(360/n)$ 度以下であることを特徴とする。

また、本発明のペーンロータリ膨張機は、液相あるいは超臨界相から気液二相に膨張する作動流体を用いて運転することを特徴とする。

また、本発明のベーンロータリ膨張機は、二酸化炭素を主成分とする作動流体を用いて運転することを特徴とする。

図面の簡単な説明

5 図 1 は、本発明の実施の形態 1 におけるベーンロータリ膨張機の横断面図であり、

図 2 は、本発明の実施の形態 1 におけるベーンロータリ膨張機の作動室の P V 線図であり、

10 図 3 は、本発明の実施の形態 2 におけるベーンロータリ膨張機の横断面図であり、

図 4 は、従来のベーンロータリ膨張機の横断面図であり、

図 5 は、従来のベーンロータリ膨張機の作動室の P V 線図である。

発明を実施するための最良の形態

15 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

(実施の形態 1)

図 1 は実施の形態 1 のベーンロータリ膨張機の横断面図である。21 は筒状の内壁 21 a を有するシリンダであり、その上下端には側板（図示せず）が設けられている。シリンダ 21 の内部には、外周の一部がシリンダ 21 の内壁 21 a と小隙間 22 を形成する円柱形状のロータ 23 が配設されている。ロータ 23 には 90 度のピッチで上下端面に垂直な溝 23 a が設けられている。溝 23 a にはベーン 24 が、その一端側を摺動自在に挿入されており、ベーン 24 の他端はシリンダ 21 の内壁 21 a と接している。作動室 25 は、シリンダ 21 の内壁 21 a、ロータ 23 およびベーン 24 に囲まれた空間 25 a、25 b、25 c、25 d、25 e に形成される。シャフト 26 はロータ 23 と一体的に形成され、回転自在に軸支持されている。シリンダ 21 には作動室 25 に作動流体

を流入させる吸入孔 2 7 と、作動室 2 5 から作動流体を流出させる第 1 の吐出孔 2 8、第 2 の吐出孔 2 9 が設けられている。第 1 の吐出孔 2 8 は、ペーン 2 4 の枚数を n とすると、小隙間（ロータ 2 3 とシリンダ内壁 2 1 a との隙間が最小の位置）2 2 からシャフト 2 6 の矢印で示す回
 5 転方向に $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度の位置に設けられている。図 1 では、ペーン 2 4 が 4 枚なので、2 2 5 度の位置である。また、第 1 の吐出孔 2 8 には、リードバルブ 3 0 a とバルブストップ 3 0 b から成るバルブ機構が備えられている。第 2 の吐出孔 2 9 は、小隙間 2 2 の近傍に設けられており、かつ、第 2 の吐出孔 2 9 の一部が小隙間 2 2 からシャ
 10 フト 2 6 の回転方向に 3 1 5 度の位置を含む形状としており、バルブ機構は備えられていない。なお、第 2 の吐出孔 2 9 の位置はこの限りではなく、第 1、第 2 の吐出孔 2 8、2 9 の間のシリンダ 2 1 の内壁 2 1 a のシャフト 2 6 周りの中心角が、ペーン 2 4 の枚数を n 枚とすると $(360/n)$ 度以下であり、かつ、第 2 の吐出孔 2 9 が小隙間 2 2 の近傍
 15 を含めば良い。

吸入孔 2 7 は、膨張機が組み込まれるシステムで想定される膨張比の最大値 R_{max} と、作動流体の断熱指数 κ を用いて、吸入過程終了時の作動室 2 5 である空間 2 5 b の容積 V_b と容積最大時の作動室 2 5 である空間 2 5 c の容積 V_c が式 (2) の関係を持つような位置に設ける。

$$V_b = V_c \times \left(\frac{1}{R_{max}} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \quad (2)$$

なお、吸入過程終了時の作動室 2 5 である空間 2 5 b の容積 V_b は、吸入孔 2 7 の位置を小隙間 2 2 に近づけると小さくなり、遠ざけると大
 25 きくなる。上記式 (2) を満たすような位置に吸入孔 2 7 を設けることにより、不完全膨張 ($P_c > P_d$) は起こらず、常に過膨張 ($P_c < P_d$) が生じることになる。

シリンダ 2 1 の側方にはカバー 3 1 が備えられており、カバー 3 1 の内部には吸入孔 2 7 に作動流体を導く吸入経路 3 2 と、第 1、第 2 の吐出孔 2 8、2 9 から流出した作動流体を一旦蓄える吐出室 3 3 と、吐出室 3 3 から作動流体を外部へ流出させる吐出経路 3 4 が形成されている。

5 次 に、本実施の形態のペーンロータリ膨張機の動作を、作動室 2 5 に着目して説明する。図 2 は実施の形態 1 のペーンロータリ膨張機の作動室 2 5 の P V 線図である。作動室 2 5 は小隙間 2 2 の吸入孔 2 7 側の空間 2 5 a で生成する。その後、ロータ 2 3 の回転に伴い容積を増加しつつ、吸入孔 2 7 から高圧側の圧力 P_s の作動流体を吸入する過程、すな
10 わち、吸入過程を行う。吸入過程は図 2 の A B に相当する。作動室 2 5 が空間 2 5 b の位置に達すると、吸入孔 2 7 との連通が断たれて密閉空間となり、その後、ロータ 2 3 の回転に伴い容積は増加し、内部の作動流体の圧力は低下してゆく過程、すなわち、膨張過程を行う。膨張過程は図 2 の B C に相当する。作動室 2 5 は空間 2 5 c の位置で容積が最大
15 となる。

この時点は、図 2 の C に相当し、作動室 2 5 の圧力 P_c が吐出圧力 P_d よりも低くなる過膨張が起こっている。そして、ロータ 2 3 が僅かに回転した瞬間、空間 2 5 c に位置する作動室 2 5 は第 1 の吐出孔 2 8 と連通する。ここで、第 1 の吐出孔 2 8 にリードバルブ 3 0 a を設けてい
20 なければ、圧力 P_d の吐出室 3 3 から作動室 2 5 に作動流体が流れ込み、容積が V_c で一定のまま作動室 2 5 の圧力が P_c から P_d まで上昇する。すなわち、図 2 の C から H に移行する。しかし、本実施の形態では、第 1 の吐出孔 2 8 にリードバルブ 3 0 a を設けており、リードバルブ 3 0 a は吐出室 3 3 の圧力 P_d と作動室 2 5 の圧力 P_c の圧力差により第 1
25 の吐出孔 2 8 を閉じているため、吐出室 3 3 から作動室 2 5 に作動流体が流れ込むことを防止できる。その後、作動室 2 5 は、ロータ 3 の回転に伴い容積を減少させてゆくが、第 1 の吐出孔 2 8 がリードバルブ 3 0

aによって閉じられたままなので、作動室25では圧縮が起こり、圧力は再び図2のCBを辿って上昇する。そして、作動室25の圧力がPdを超えた瞬間、すなわち、図2のIで、初めてリードバルブ30aが開く。このCIに相当する過程を再圧縮過程と呼ぶ。その後、ロータ23の回転に伴い作動室25は容積を減少させつつ、第1の吐出孔28から低圧側の圧力Pdの作動流体を吐出する過程、すなわち、吐出過程を行う。吐出過程において、作動室25が空間25dから空間25eの位置まで移動する間に第1の吐出孔28との連通が無くなるが、第2の吐出孔29の一部が小隙間22からシャフト26の回転方向に315度の位置、すなわち、ペーンをn枚とすると、第1の吐出孔28からペーン24のピッチである(360/n)度だけ周方向に移動した位置を含む形状としたため、作動室25からの吐出は第2の吐出孔29から継続して行われる。吐出過程は図2のIJに相当する。

本実施の形態では、二つの吐出孔 28、29 を設けたことにより、ロータ 23 の回転に伴い、空間 25 d に位置する作動室 25 と第 1 の吐出孔 28 との連通が断たれても、もう一方の第 2 の吐出孔 29 と連通するため、吐出過程の作動室 25 から作動流体が吐出できなくなることを防止できる。なお、第 1、第 2 の吐出孔 28、29 はシリンダ 21 外部から加工するキリ穴でよく、従来のペーンロータリ膨張機においてシリンダ 1 の内壁 1 a に吐出孔 8 の開口部 8 a を設けるよりも加工が簡単であり、低コストのペーンロータリ膨張機を提供できる。

また、第 1、第 2 の吐出孔 28、29 の間のシリンダ 21 の内壁 21 a のシャフト 26 周りの中心角が、ベーン 24 を n 枚とすると $(360/n)$ 度以下であり、かつ、第 2 の吐出孔 29 が小隙間 22 の近傍を含むように第 1、第 2 の吐出孔 28、29 を配置したことにより、吐出過程の作動室 25 は少なくとも第 1、第 2 の吐出孔 28、29 のいずれかと連通しているため、吐出過程の途中で作動室 25 が密閉空間となり圧

縮による損失が発生することを防止することができる。

また、第 1 の吐出孔 28 にリードバルブ 30 a とバルブストップ 30 b から成るバルブ機構を備えたことにより、過膨張の際に吐出室 33 から作動室 25 に作動流体が流れ込むことを防止し、吐出圧力 P_d まで再
5 圧縮させることが可能になるので、従来の膨張機で生じていた過膨張損失（図 2 の I H C の面積に相当）は生じず、高効率なベーンロータリ膨張機を提供できる。

また、リードバルブ 30 a とバルブストップ 30 b から成るバルブ機構を第 1 の吐出孔 28 にのみ備え、第 2 の吐出孔 29 には備えなくても
10 いいので、高効率で低コストなベーンロータリ膨張機を提供できる。

また、第 1 の吐出孔 28 を小隙間 22 からシャフト 26 の回転方向に $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度の位置に設けたことにより、作動室 25 の容積が最大となった直後に第 1 の吐出孔 28 と連通し、膨張比 R_{max} を大きくできる。

15 従って、積極的に過膨張を起こして、不完全膨張損失を防止しながら、バルブ機構による再圧縮過程の効果を利用することができるので、高効率なベーンロータリ膨張機を提供できる。

（実施の形態 2）

図 3 は実施の形態 2 のベーンロータリ膨張機の横断面図である。41
20 は筒状の内壁 41 a を有するシリンダであり、その上下端には側板（図示せず）が設けられている。シリンダ 41 の内部には、外周の一部がシリンダ 41 の内壁 41 a と小隙間 42 を形成する円柱形状のロータ 43 が配設されている。ロータ 43 には 60 度のピッチで上下端面に垂直な溝 43 a が設けられている。溝 43 a にはベーン 44 が、その一端側を
25 摺動自在に挿入されており、ベーン 44 の他端はシリンダ 41 の内壁 41 a と接している。作動室 45 は、シリンダ 41 の内壁 41 a、ロータ 43 およびベーン 44 に囲まれた空間 45 a、45 b、45 c、45 d、

4 5 e、4 5 f、4 5 g に形成される。シャフト 4 6 はロータ 4 3 と一体的に形成され、回転自在に軸支持されている。シリンダ 4 1 には作動室 4 5 に作動流体を流入させる吸入孔 4 7 と、作動室 4 5 から作動流体を流出させる第 1、第 2、第 3 の吐出孔 4 8、4 9、5 0 が設けられている。第 1 の吐出孔 4 8 は、実施の形態 1 と同様、ペーン 4 4 の枚数を n とすると、小隙間 4 2 からシャフト 4 6 の矢印で示す回転方向に $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度の位置に設けられている。図 3 では、ペーン 4 4 が 6 枚なので、210 度の位置である。また、第 1 の吐出孔 4 8 には、リードバルブ 5 1 a とバルブストップ 5 1 b から成るバルブ機構が備えられている。第 2 の吐出孔 4 9 は、270 度に設けられており、同じく、リードバルブ 5 2 a とバルブストップ 5 2 b から成るバルブ機構が備えられている。第 3 の吐出孔 5 0 は、330 度に設けられており、バルブ機構は備えられていない。なお、第 2、第 3 の吐出孔 4 9、5 0 の位置はこの限りではなく、第 1、第 2、第 3 の吐出孔 4 8、4 9、5 0 の間のシリンダ 4 1 の内壁 4 1 a のシャフト 4 6 の周りの中心角が、ペーン 4 4 を n 枚とすると $(360/n)$ 度以下であり、かつ、第 3 の吐出孔 5 0 が小隙間 4 2 の近傍を含めば良い。

本実施の形態では実施の形態 1 と同様に、膨張機が組み込まれるシステムで想定される膨張比の最大値においても過膨張が生じるような容積比としておく。

本実施の形態の動作は、ペーン 4 4 の枚数が異なることを除いて、実施の形態 1 と概略同様であり、吸入過程、膨張過程、再圧縮過程、吐出過程を行う。

本実施の形態では、ペーン 4 4 の枚数を 6 枚にしたことにより、吸入孔 4 7 の位置を実施の形態 1 の吸引孔 2 7 の位置と同じとした場合、実施の形態 1 の 4 枚の場合よりも、吸入過程終了直後の作動室 4 5 である空間 4 5 b の容積 V_b と、吐出過程開始直前の作動室 4 5 である空間 4

5 dの容積V dの比である容積比（ $V d / V b$ ）を大きくすることができる。従って、より膨張比の大きなシステムに対してもペーンロータリ膨張機を用いることができる。

また、三つの吐出孔4 8、4 9、5 0を設け、第1、第2、第3の吐出孔4 8、4 9、5 0の間のシリンダ4 1の内壁4 1 aのシャフト4 6の周りの中心角が、ペーン4 4をn枚とすると（ $360 / n$ ）度以下であり、かつ、第3の吐出孔5 0を小隙間4 2の近傍としたことにより、ロータ4 3の回転に伴い、空間4 5 eに位置する作動室4 5と第1の吐出孔4 8との連通が断たれる前に第2の吐出孔4 9と連通し、同様に、第2の吐出孔4 9との連通が断たれる前に第3の吐出孔5 0と連通するため、ペーン4 4の枚数が6枚の場合でも、吐出過程の途中で作動室4 5が密閉空間となり圧縮による損失が発生することを防止することができる。第1、第2、第3の吐出孔4 8、4 9、5 0はシリンダ4 1外部から加工するキリ穴でよく、従来のペーンロータリ膨張機においてシリンダ1の内壁1 aに吐出孔8の開口部8 aを設けるよりも加工が簡単であり、低コストのペーンロータリ膨張機を提供できる。

なお、ペーン4 4の枚数が6枚よりも多い場合には、吐出孔の数をさらに増やすことで同様の効果を得ることができることは言うまでもない。

また、第1の吐出孔4 8にリードバルブ5 1 aとバルブストップ5 1 bから成るバルブ機構を、第2の吐出孔4 9にリードバルブ5 2 aとバルブストップ5 2 bから成るバルブ機構をそれぞれ備えたことにより、膨張機が組み込まれるシステムで想定される膨張比の変化範囲が大きい場合にでも過膨張の際に吐出室5 5から作動室4 5に作動流体が流れ込むことを防止し、吐出圧力P dまで再圧縮させることが可能になるので、従来の膨張機で生じていた過膨張損失は生じず、高効率なペーンロータリ膨張機を提供できる。

また、膨張機が組み込まれるシステムで想定される膨張比の変化範囲

が小さい場合は、図 2 の P_d と P_c の差である過膨張が小さくなり、再圧縮過程（図 2 の $C I$ に相当）が短くなるので、第 1 の吐出孔 4 8 のみにリードバルブ 5 1 a とバルブストップ 5 1 b から成るバルブ機構を設ければ良く、第 2 の吐出孔 4 9 のリードバルブ 5 2 a とバルブストップ 5 2 b は不要となり、低コストのペーンロータリ膨張機を提供することができる。

なお、作動流体が液相あるいは超臨界相から気液二相に膨張する場合、膨張機出口の作動流体の密度は乾き度により大きく変化するため、膨張機の膨張比は容積比が一定でも乾き度により敏感に変化し、従来のペーンロータリ膨張機では過膨張損失や不完全膨張損失が特に発生しやすくなる。従って、本発明のペーンロータリ膨張機の効果により顕著になる。

また、二酸化炭素を主成分とする作動流体を用いる場合、作動圧力が高く圧力差が大きいので、膨張機の組み込まれたシステムの膨張比が僅かに変化した場合でも、大きな過膨張や不完全膨張が発生することになる。従って、本発明のペーンロータリ膨張機の効果により顕著になる。

産業上の利用可能性

以上のとおり本発明によれば、シリンダの周方向に複数の吐出孔を設け、また、吐出孔にバルブ機構を備えたことにより、過膨張の際に吐出室から作動室に作動流体が流れ込むことを防止して、吐出圧力まで再圧縮させることが可能になることから、従来の膨張機で生じていた過膨張損失は生じさせない、高効率なペーンロータリ膨張機を提供することに適している。

また、シリンダ内壁における複数の吐出孔の間の角度を $(360/n)$ 度以下（ n = ペーン枚数）とし、かつ、複数の吐出孔の 1 つを小隙間の近傍を含むように配置したことによって、吐出過程の作動室が少なくともいずれかの吐出孔と連通して吐出過程の途中で密閉空間とならないこ

とから、圧縮による損失の発生を防止することに適している。

また、吐出孔を小隙間からシャフトの回転方向に $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度の位置に設けたことにより、作動室をその容積が最大となった直後に吐出孔と連通させて膨張比の最大値を大きくすることが出来るこ

- 5 とから、積極的に過膨張を起こして、不完全膨張損失を防止しながら、バルブ機構による再圧縮の効果を利用する、高効率なベーンロータリ膨張機を構成することに適している。

請 求 の 範 囲

1. 少なくとも、高圧の作動流体を膨張させる複数の作動室（25、45）と、前記作動室（25、45）内における作動流体の膨張により回転動力を得るシャフト（26、46）とを有する膨張機において、
5 吐出過程を行う作動室（25、45）に最初に連通する吐出孔（28、48）と同作動室（25、45）に後続して連通する吐出孔（29、49、50）からなる複数の吐出孔（28、29、48、49、50）を設け、少なくとも、前記最初に連通する吐出孔（28、48）に、作動
10 流体の逆流を阻止するバルブ機構（30a、30b、51a、51b）を設けることを特徴とする膨張機。

2. 筒状内壁（21a、41a）を有するシリンダ（21、41）と、その両端を閉塞する側板と、前記シリンダ（21、41）の内部に配設され、外周の一部が前記シリンダ内壁（21a、41a）と小
15 隙間（22、42）を形成するロータ（23、43）と、前記ロータ（23、43）に設けられたベーン溝内（23a、43a）に一端が摺動自在に挿入され、他端が前記シリンダ内壁（21a、41a）と接触し、前記シリンダ（21、41）と前記ロータ（23、43）の間に複数の作動室（25、45）を形成するベーン（24、44）と、前記ロータ
20 （23、43）と一体的に形成され回転自在に軸支持されるシャフト（26、46）から構成され、高圧の作動流体を前記作動室（25、45）内で膨張させることにより、前記シャフト（26、46）の回転動力を得るベーンロータリ膨張機において、

前記シリンダ（21、41）の周方向に、吐出過程を行う作動室（25、45）に最初に連通する吐出孔（28、48）と同作動室（25、
25 45）に後続して連通する吐出孔（29、49、50）からなる複数の吐出孔（28、29、48、49、50）を設け、少なくとも、前記最

初に連通する吐出孔（２８、４８）に、作動流体の逆流を阻止するバルブ機構（３０ａ、３０ｂ、５１ａ、５１ｂ）を設けることを特徴とするベーンロータリ膨張機。

３． 前記ベーン（２４、４４）が n 枚のとき、前記最初に連通
5 する吐出孔（２８、４８）は、前記小隙間（２２、４２）から前記シャフト（２６、４６）の回転方向に略 $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度の位置の前記シリンダ（２１、４１）に設けるとともに、前記後続して連通する吐出孔（２９、４９、５０）は、前記小隙間（２２、４２）から前記シャフト（２６、４６）の回転方向に略 $\{180 \times (1 + 1/n)\}$ 度か
10 ら３６０度の間の前記シリンダ（２１、４１）に設けることを特徴とする請求の範囲第２項に記載のベーンロータリ膨張機。

４． 前記最初に連通する吐出孔（２８、４８）と前記後続して連通する吐出孔（２９、４９、５０）の間ならびに／もしくは前記後続して連通する吐出孔（４９、５０）同士に挟まれた前記シリンダ（２１、
15 ４１）の前記シャフト（２６、４６）の周りの中心角が、 $(360/n)$ 度以下であることを特徴とする請求の範囲第３項に記載のベーンロータリ膨張機。

５． 液相あるいは超臨界相から気液二相に膨張する作動流体を用いて運転することを特徴とする請求の範囲第１から第４項のいずれか
20 １項に記載のベーンロータリ膨張機。

６． 二酸化炭素を主成分とする作動流体を用いて運転することを特徴とする請求の範囲第１から第４項のいずれか１項に記載のベーンロータリ膨張機。

図 1

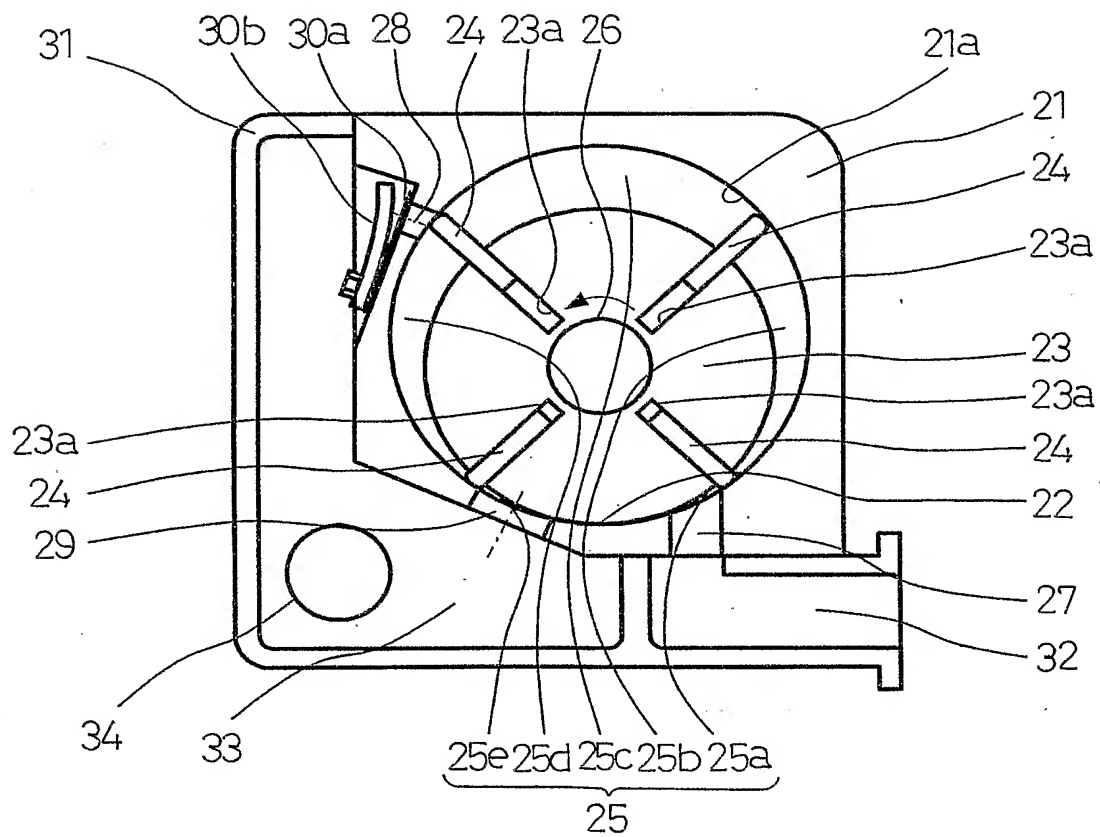


図 2

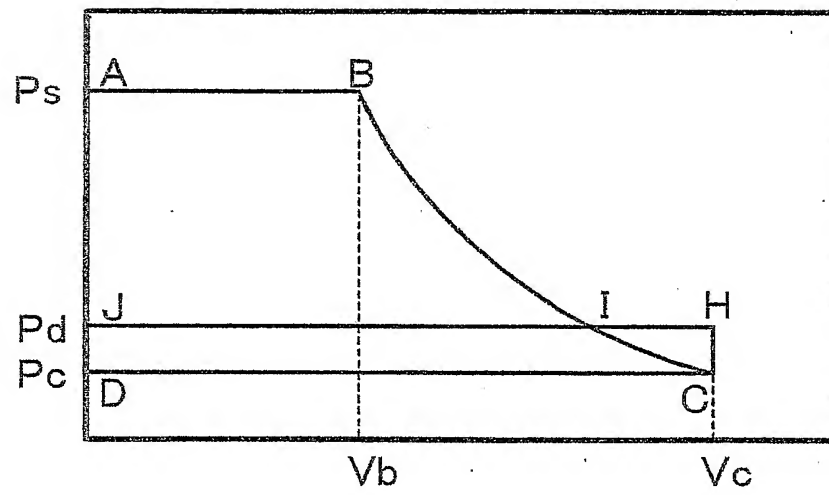


図 3

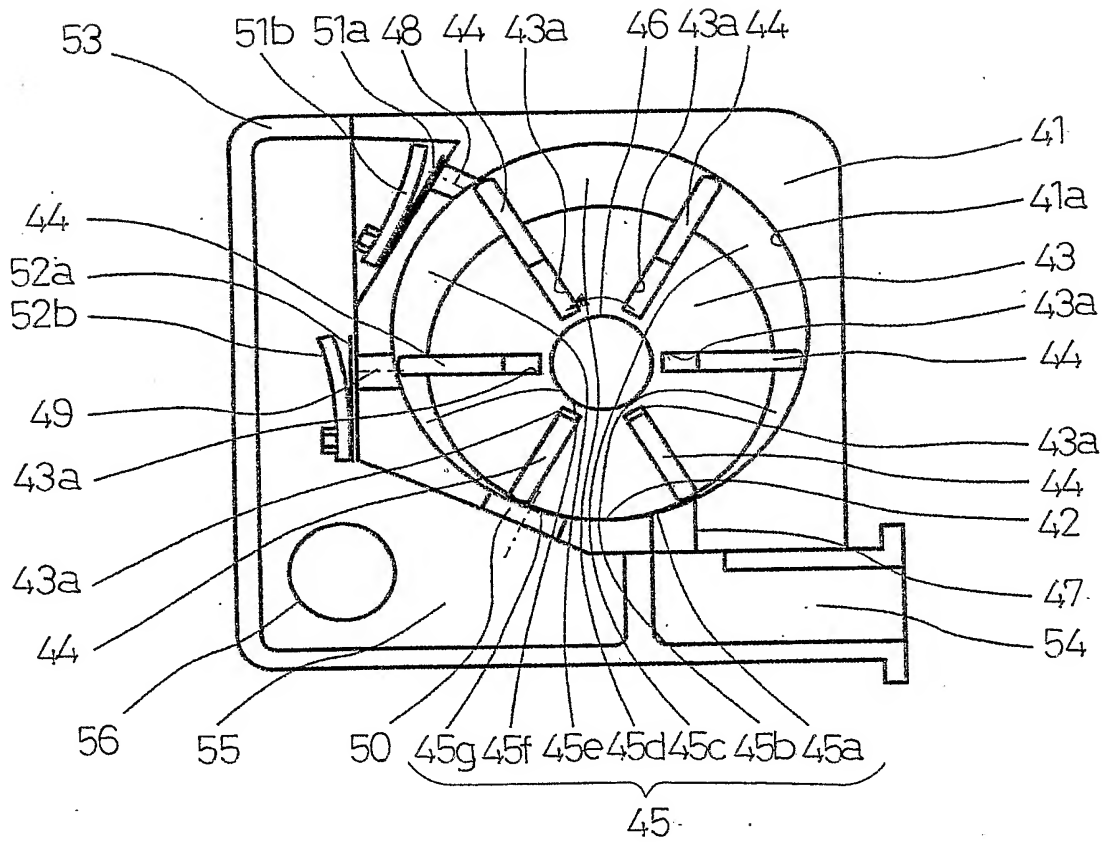


圖 4

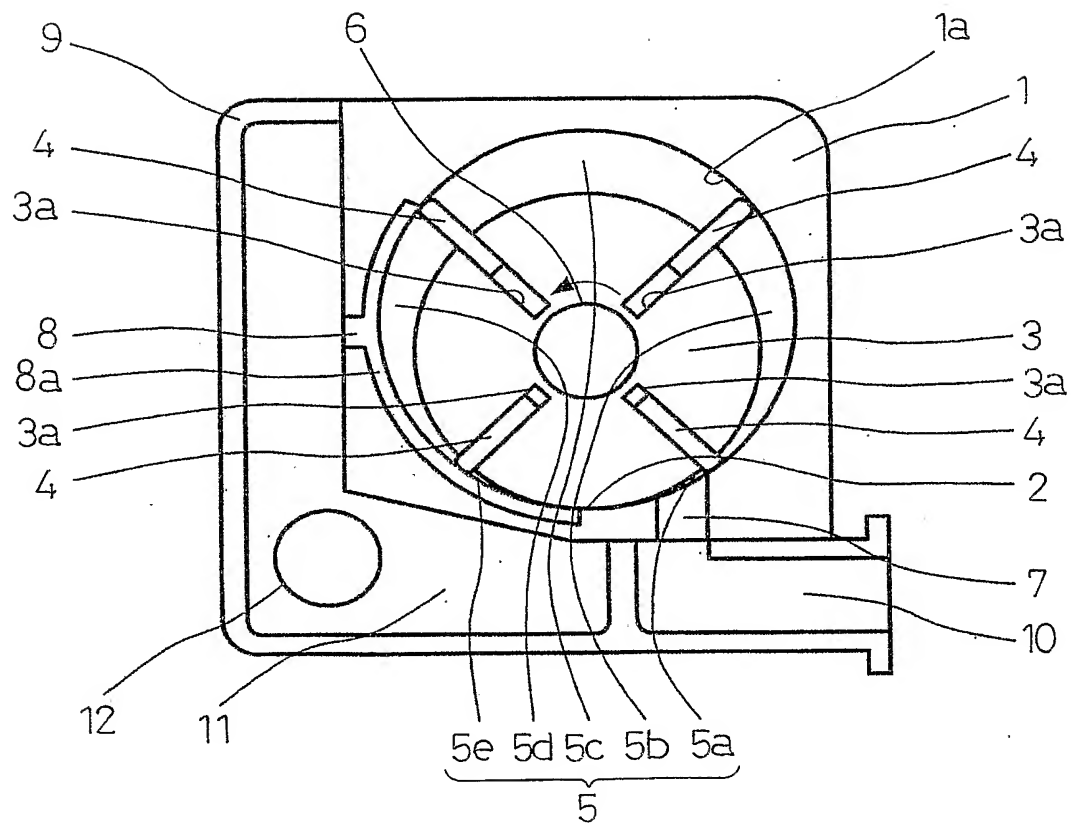


図 5 A

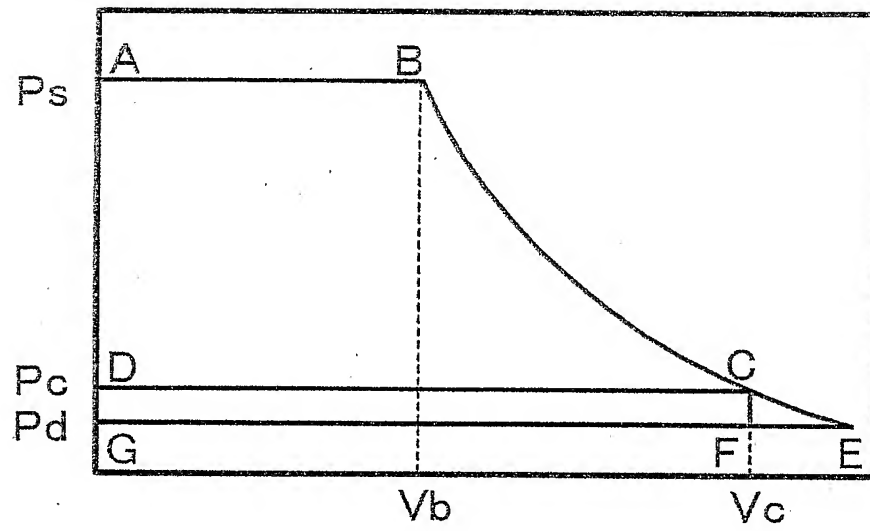
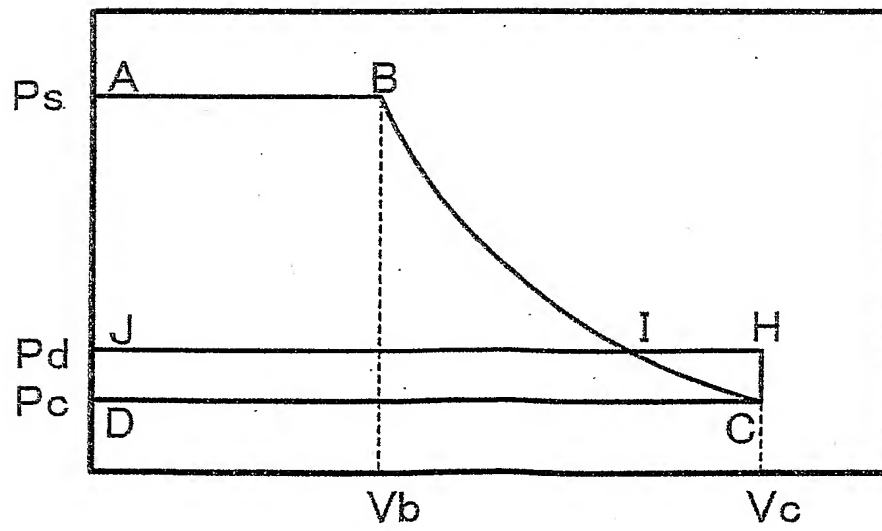


図 5 B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.
 PCT/JP03/04928

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 Int.Cl.⁷ F01C1/344, F01C21/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 Int.Cl.⁷ F01C1/344

 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 152703/1983 (Laid-open No. 060663/1985) (Shimadzu Corp.), 26 April, 1985 (26.04.85), Fig. 3 (Family: none)	1-6
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 085209/1984 (Laid-open No. 195901/1985) (Kabushiki Kaisha Toyo Kuki Seisakusho), 27 December, 1985 (27.12.85), Fig. 1 (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

 Date of the actual completion of the international search
 28 May, 2003 (28.05.03)

 Date of mailing of the international search report
 10 June, 2003 (10.06.03)

 Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

International application No.
PCT/JP03/04928

PCT/JP03/04928

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 052315/1983 (Laid-open No. 021584/1985) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 14 February, 1985 (14.02.85), Fig. 3 (Family: none)	1-6
Y	JP 2001-107881 A (Daikin Industries, Ltd.), 17 April, 2001 (17.04.01), Par. No. [0046] (Family: none)	5, 6
Y	JP 2001-141315 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 25 May, 2001 (25.05.01), Par. Nos. [0039] to [0041] (Family: none)	5, 6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. ⁷ F01C1/344, F01C21/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷ F01C1/344

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	実願昭58-152703号 (実開昭60-060663号) のマイクロフィルム (株式会社島津製作所) 1985. 04. 26, 第3図 (ファミリーなし)	1-6
Y	実願昭59-085209号 (実開昭60-195901号) のマイクロフィルム (株式会社東洋空機製作所) 1985. 12. 27, 第1図 (ファミリーなし)	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 05. 03

国際調査報告の発送日

10.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

稲葉 大紀

3T

9820

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	実願昭58-052315号 (実開昭60-021584号) のマイクロフィルム (三菱重工業株式会社) 1985. 02. 14, 第3図 (ファミリーなし)	1-6
Y	特開2001-107881号公報 (ダイキン工業株式会社) 2001. 04. 17, 0046段落 (ファミリーなし)	5, 6
Y	特開2001-141315号公報 (アイシン精機株式会社) 2001. 05. 25, 0039-0041段落 (ファミリーなし)	5, 6